

BAB II

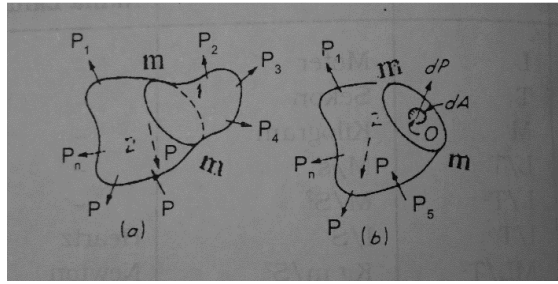
KAJIAN PUSTAKA

Untuk terwujudnya alat yang akan dibuat, maka diperlukan suatu dasar teori. Bab ini akan menjelaskan teori dalam pembuatan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Sistem Pengukuran Regangan - Tegangan Nirkabel”**.

2.1 Tegangan dan Regangan

2.1.1 Tegangan

Menurut (Achmad, 2006) Setiap material adalah keadaan alaminya elastis. Benda akan mengalami *Deformasi* jika gaya luar bekerja pada benda. Definisi tegangan adalah gaya tiap satuan luas. Tegangan dianggap terbagi merata pada luas penampang melintang pada bagian konstruksi. Tetapi ini bukanlah keadaan yang umum. Pada gambar 2.1 dibawah menggambarkan sebuah benda dalam keadaan setimbang karena pengaruh gaya luar P_1, P_2, \dots, P_n . Gaya permukaan dan juga gaya body merupakan dua jenis gaya luar yang dapat bekerja pada benda. Gaya permukaan bisa disebut sebuah gaya yang terbagi pada permukaan benda, seperti tekanan hidrostatik atau tekanan oleh benda yang satu dengan benda lainnya. Gaya bodi bisa disebut gaya yang terbagi pada volume benda, seperti gaya gravitasi, gaya magnetik, atau gaya inersia (untuk benda yang bergerak). Dari kedua jenis gaya bodi yang paling umum dapat dijumpai dalam praktek rekayasa yaitu gaya sebagai akibat perbedaan temperatur pada benda dan gaya *sentrifugal* sebagai akibat putaran berkecepatan tinggi.

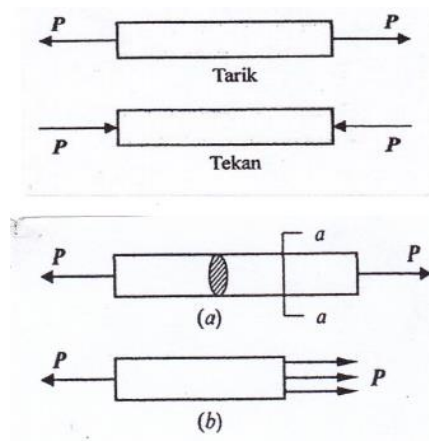


Gambar 2. 1 a) Benda dalam keadaan setimbang karena pengaruh gaya-gaya luar. b) Gaya yang bekerja pada bagian benda.

Sumber : Buku Elemen Mesin 1, 2006

2.1.2 Tegangan Normal

Konsep paling dasar pada mekanika bahan ialah tegangan dan regangan. Konsep ini diilustrasikan dalam bentuk yang paling mendasar dengan cara meninjau sebuah batang prismatis yang mengalami gaya aksial. Sebuah elemen struktur lurus yang mempunyai penampang konstan di seluruh panjangnya disebut batang prismatis. Beban yang mempunyai arah yang sama dengan sumbu elemen, sehingga mengakibatkan terjadinya tarik atau tekan pada batang disebut gaya aksial. Kondisi tarik atau tekan yang terjadi pada struktur, contohnya pada elemen di rangka batang di jembatan, dan kondisi tekan terjadi pada struktur, ialah pada elemen kolom di gedung (Mulyati, 2008). Pembebanan sebuah batang secara aksial dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2. 2 Pembebanan sebuah batang secara aksial

Sumber : Bahan ajar, Mekanika Bahan, Mulyati, ST., M

Pada gambar 2.2 diatas terlihat bahwa suatu batang dengan luas penampang konstan, diberi beban pada kedua ujungnya dengan sepasang gaya linier dengan arah saling berlawanan yang berimpit pada sumbu longitudinal batang dan bekerja pada pusat penampang melintang masing-masing.

Keseimbangan statis besarnya sebuah gaya-gaya harus sama. Batang ditarik yaitu gaya-gaya diarahkan menjauhi batang, sedangkan batang ditekan yaitu gaya- gaya diarahkan pada batang. Aksi gandingan gaya-gaya tarik atau tekan, hambatan internal terbentuk di dalam bahan dan karakteristiknya bisa dilihat pada potongan melintang di sepanjang batang.

Tegangan adalah intensitas gaya (gaya per satuan luas) dan diberi notasi σ (sigma). Jadi gaya aksial P yang bekerja pada penampang ialah *resultan* dari tegangan yang terdistribusi terus menerus.

Dengan mengasumsikan bahwa tegangan terbagi rata di seluruh potongan penampang, dapat dilihat bahwa resultannya harus sama dengan intensitas σ dikalikan dengan luas penampang A dari batang tersebut. Dengan begitu, besarnya tegangan dapat dinyatakan dengan rumus:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Jadi bisa didefinisikan bahwa tegangan normal yaitu intensitas gaya normal per unit luasan, yang dinyatakan dalam satuan N/m^2 disebut juga *pascal* (Pa) atau N/mm^2 disebut juga megapascal (MPa).

Gaya-gaya yang dikenakan pada ujung-ujung batang dalam arah yang menjauhi dari batang, sehingga batang dalam kondisi tertarik, maka terjadi lah suatu tegangan tarik pada batang, Dapat dinyatakan dengan rumus:

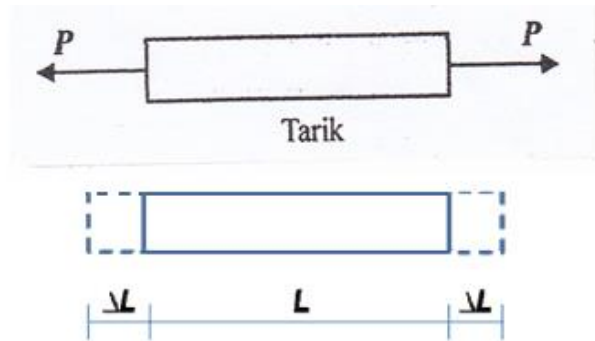
$$\sigma_{tr} = \frac{P_{tr}}{A} \quad (2.2)$$

Tegangan tekan batang yaitu apabila batang gaya dikenakan pada ujung-ujung batang dalam arah menuju ke batang, sehingga batang dalam kondisi tertekan. Dapat dinyatakan dengan rumus:

$$\sigma_{tk} = \frac{P_{tk}}{A} \quad (2.3)$$

2.1.3 Regangan Normal

Suatu batang lurus akan mengalami perubahan panjang jika dibebani secara aksial, yaitu menjadi panjang jika mengalami tarik dan menjadi pendek jika mengalami tekan. Seperti contoh pada gambar 2.3, perpanjangan dari batang tersebut ialah hasil komulatif dari perpanjangan keseluruhan elemen bahan di seluruh volume batang (Budiman, 2010).



Gambar 2. 3 Pertambahan panjang beban

Sumber : <https://www.coursehero.com/file/10748193/Materi-Pertemuan-IIIIV/>

Pada gambar 2.3 terlihat bahwasanya pertambahan panjang pada batang dinyatakan dengan Δ (delta), s dimana satu satuan panjang dari batang akan mempunyai perpanjangan yang sama dengan $1/L$ kali perpanjangan total Δ . Untuk setiap kenaikan tertentu dari beban aksial dapat diukur perpanjangan pada batang. Jadi konsep perpanjangan per satuan panjang, atau disebut regangan, yang diberi notasi ϵ (*epsilon*) dapat dihitung menggunakan persamaan :

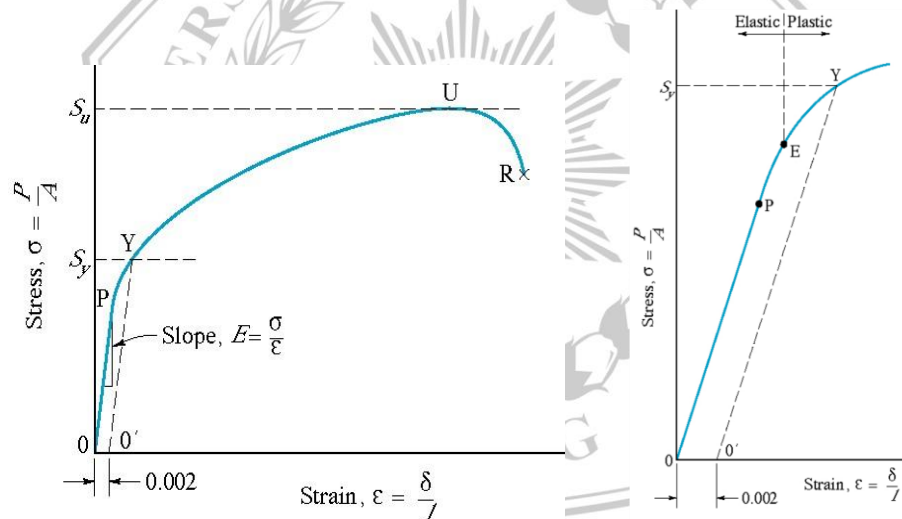
$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.4)$$

Jadi Perpanjangan per unit panjang disebut regangan normal, dinyatakan regangan tidak mempunyai satuan, artinya tidak berdimensi. Regangan ϵ dinyatakan regangan normal karena regangan ini berkaitan dengan tegangan normal. Jika batang mengalami tarik, maka regangannya bisa disebut regangan tarik, yang menunjukkan perpanjangan bahan. Demikian jika batang mengalami tekan, maka regangannya bisa disebut regangan tekan, dan batang tersebut memendek. Regangan tarik bertanda positif dan regangan tekan biasanya bertanda negatif.

Dalam konteks aplikasi, *strain* dihubungkan dengan *Deformasi* dan dapat dimanfaatkan untuk mengukur *strain* dan *deformasi* yang dialami suatu elemen. *Sensor* yang dimanfaatkan fenomena tegangan-regangan yaitu *strain gauge*.

2.1.4 Grafik Tegangan vs Regangan

Pada jurnal (Budiman, 2006) menjelaskan hubungan tegangan dan regangan seringkali digambarkan dalam grafik tegangan vs regangan, grafik ini dapat menjadi gambaran karakteristik suatu material. Grafik (Gambar 2.4) dapat diperoleh dengan menggambarkan *stress* (σ) pada sumbu y dan *strain* (ϵ) pada sumbu x. Sehingga akan diperoleh grafik seperti berikut :



Gambar 2. 4 Grafik *stress strain* pada material getas dan ulet

Sumber : [/www.quora.com/Will-you-explain-stress-strain-diagrams-of-different-materials-clearly](http://www.quora.com/Will-you-explain-stress-strain-diagrams-of-different-materials-clearly)

Dalam grafik *strain-stress* dikenal dua jenis grafik, yaitu grafik *stress-strain* dan grafik *engineering stress-strain*. Perbedaan antara keduanya adalah pada definisi luas permukaan (A) yang dijadikan pembagi terhadap gaya untuk

mendapatkan besaran stress. Pada grafik engineering *stress-strain* nilai A dianggap sama dengan A mula-mula sehingga rumus teganganya adalah:

$$\epsilon = \frac{P}{A_0} \quad (2.5)$$

Sedangkan pada grafik *TRUE stress-strain* perubahan luas pada setiap perubahan gaya yang diberikan diperhitungkan sehingga rumusnya menjadi sebagai berikut,

$$\epsilon = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\Delta P}{\Delta A} \right) \quad (2.6)$$

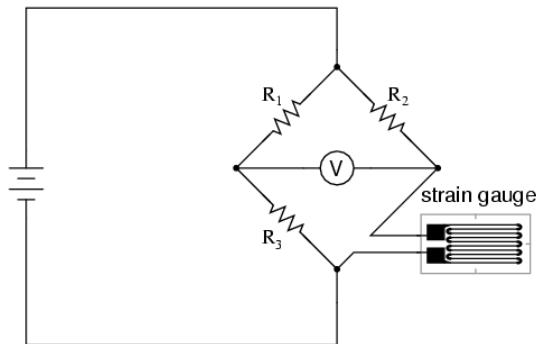
2.2 Sensor

Karim (2013:12) menyatakan bahwa, “*Sensor* merupakan alat untuk mendeteksi / mengukur suatu besaran fisis berupa variasi mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia yang diubah menjadi tegangan dan arus listrik”. *Sensor* juga sering disebut sebagai komponen elektronika yang berfungsi sebagai pengganti indra manusia. *Sensor* yang akan digunakan untuk pembuatan alat pada skripsi ini yaitu *Sensor Strain Gauge*.

2.2.1 Sensor Strain Gauge

Strain Gauge merupakan komponen elektronika yang dipakai untuk mengukur tekanan (*deformasi atau strain*). Alat ini berbentuk foil logam atau kawat logam yang bersifat insulatif (isolasi) yang ditempel pada benda yang akan dilakukan pengukuran tekanannya, dan tekanan didapatkan dari pembebanan. Prinsipnya apabila tekanan pada benda berubah, maka foil atau kawat akan terdeformasi, dan tahanan listrik alat ini akan berubah. Perubahan tahanan listrik ini

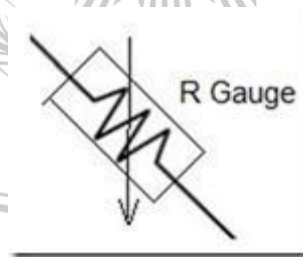
akan dimasukkan kedalam rangkaian jembatan Wheatstone yang kemudian akan diketahui berapa besar tahanan pada *Strain gauge*. Seperti pada gambar 2.5 *Strain gauge* dan jembatan *wheatstone*.



Gambar 2. 5 Strain Gauge dengan Jembatan Wheatstone

Sumber : Buku *Sensor dan Aktuator*, 2013.

Ukuran regangan yang terjadi akibat tekanan dari setiap elemen pengindera *Strain Gauge* merupakan tegangan keluaran dari jembatan *wheatstone*. Gambar 2.6 Simbol dari Strain Gauge.



Gambar 2. 6 Simbol Strain Gauge

Sumber : Buku *Sensor dan Aktuator*, 2013.

Tekanan itu lalu dihubungkan dengan regangan sesuai dengan Hukum Hook yang berbunyi : Modulus elastis yaitu rasio tekanan dan regangan. Dengan demikian apabila modulus elastis ialah sebuah permukaan benda dan regangan telah diketahui, maka tekanan bisa ditentukan. Hukum Hook dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{E}{s} \quad (2.7)$$

Dimana : σ = Regangan

s = Tegangan geser (kg/cm²)

E = Modulus Young ((kg/cm²)

Bila dua *Gauge* atau lebih yang digunakan, maka tekanan dalam pelacakan arah setiap *Gauge* dapat ditentukan dengan menggunakan perhitungan. Namun persamaannya memiliki tingkat kompleksitas yang berbeda tergantung pada kombinasi dan orientasi *Gauge* tersebut.

Kepekaan sebuah *Strain Gauge* bisa disebut dengan faktor *gauge*, dan perbandingan antara unit resistansi dengan perubahan unit panjang ialah

$$\text{Faktor Gauge} = K = \frac{\Delta R/R}{\Delta l/l} \quad (2.8)$$

Dimana : K = Faktor *Gauge*

ΔR = Perubahan tahanan *Gauge*

Δl = Perubahan panjang bahan

R = Tahanan *Gauge* nominal

l = Panjang normal bahan

Jadi arti dari regangan yaitu sebagai perbandingan tanpa dimensi, perkalian unit yang sama, contohnya mikroiinci / inci atau secara umum dalam persen (untuk *deformasi* yang besar) atau yang paling umum lagi dalam *mikrostrain*.

Perubahan tahanan ΔR pada sebuah konduktor yang panjangnya l bisa dihitung menggunakan persamaan bagi tahanan dari sebuah konduktor yang penampangnya serba sama, ialah:

$$R = \rho \frac{\text{Panjang}}{\text{Luas}} = \frac{\rho x l}{\left(\frac{\pi}{4}\right) d^2} \quad (2.9)$$

Dimana: ρ = Tahanan spesifik dari bahan konduktor

l = Panjang konduktor

d = Diameter konduktor

Filament mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Faktor *gauge* terringgi.
2. Resistivitas tinggi.
3. Koefisien suhu resistansi rendah.
4. Potensial termo listrik minimum disekitar lead.
5. Kekuatan mekanis tinggi.

2.2.2 Prinsip Pengukuran *Strain Gauge*

(Budiman, 2010) *Strain* bermula dari perubahan hambatan dengan sangat kecil. Oleh sebab itu, pengukuran *strain* sebuah jembatan *wheatstone* digunakan untuk mengkonversi perubahan hambatan menjadi perubahan tegangan. Misal saat hambatan adalah R_1 , R_2 , R_3 , dan R_4 dan tegangan jembatan (V) adalah E_{exc} . Maka, tegangan keluaran e_0 (V) dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$e_0 = \frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} \cdot E_{exc} \quad (2.10)$$

Misalkan hambatan R_1 adalah *strain gauge* dan berubah besarnya sebanyak ΔR akibat *strain*. Maka, tegangan keluaran adalah ,

$$e_0 = \frac{(R_1 + \Delta R) R_3 - R_2 R_4}{(R_1 + \Delta R + R_2)(R_3 + R_4)} \cdot E_{exc} \quad (2.11)$$

Apabila, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$,

$$e_0 = \frac{(R_1^2 - R \Delta R) R^2}{(2R + \Delta R) 2R} \cdot E_{exc} \quad (2.12)$$

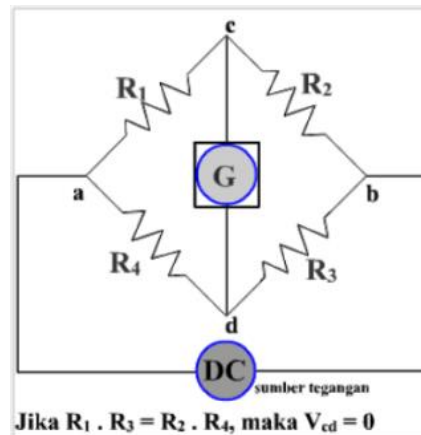
Sejak R dianggap jauh lebih besar dari nilai ΔR ,

$$e_0 = \frac{1}{4} \cdot \frac{\Delta R}{4R} \cdot E = \frac{1}{4} \cdot K_s \cdot \varepsilon \cdot E_{exc} \quad (2.13)$$

Berdasarkan persamaan diatas, diperoleh keluaran hambatan yang proporsional dengan perubahan hambatan, sebagai contoh akibat perubahan *strain*. Keluaran tegangan yang sangat kecil ini *diamplifikasi* untuk pembacaan analog atau pun indikasi digital dari *strain*.

2.3 Rangkaian Jembatan *Wheatstone*

Jembatan *Wheatstone* ialah alat ukur yang ditemukan oleh Samuel Hunter Christie pada 1833. Alat ini digunakan untuk mengukur suatu yang tidak diketahui hambatan listrik dengan cara menyeimbangkan dua kali dari rangkaian jembatan, satu kaki yang meliputi komponen diketahui kerjanya mirip dengan aslinya potensiometer. Jembatan *Wheatstone* merupakan suatu alat pengukur, alat ini dipergunakan untuk memperoleh ketelitian dalam melaksanakan pengukuran terhadap suatu tahanan yang nilainya relative kecil sekali. Jembatan *Wheatstone* terdiri dari tahanan R_1, R_2, R_3 dimana tahanan tersebut merupakan tahanan yang diketahui nilainya dengan teliti dan bisa diatur. Metode jembatan *Wheatstone* ialah susunan komponen-komponen elektronika yang berupa resistor dan catu daya seperti yang terlihat pada Gambar 2.7 berikut :



Gambar 2. 7 Susunan Komponen dalam jembatan Wheastone

Sumber : <http://fsk16a-damanik.blogspot.com/2017/05/jembatan-wheatstone-pengertian-jembatan.html>

Hasil kali antara hambatan-hambatan berhadapan yang satu akan sama dengan hasil kali hambatan-hambatan berhadapan lainnya jika beda potensial antara c dan d bernilai 0 (nol). Persamaan $R_1.R_3 = R_2.R_4$ dapat diturunkan dengan menerapkan Hukum Kirchoff dalam rangkaian tersebut. Hambatan listrik suatu penghantar merupakan karakteristik dari suatu bahan penghantar tersebut yang mana ialah kemampuan dari penghantar itu untuk mengalirkan arus listrik, yang secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R = \rho \cdot \left(\frac{L}{A}\right) \quad (2.14)$$

Dimana:

R : Hambatan listrik suatu penghantar (Ω)

ρ : Resistivitas atau hambatan jenis ($\Omega \cdot m$)

A : Luas penghantar (m^2)

L : Panjang penghantar (m)

2.3.1 Prinsip Kerja Jembatan *Wheatstone*

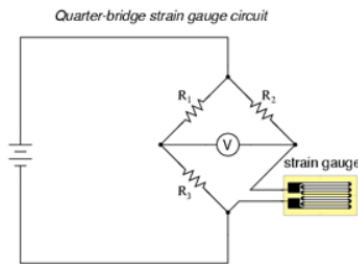
Hubungan antara resistivitas dan hambatan, yang artinya setiap penghantar memiliki besar hambatan tertentu. Dan juga menentukan hambatan sebagai fungsi dari perubahan suhu. Hubungan antara hambatan, tegangan dan arus listrik dijelaskan oleh hukum ohm. Adanya suatu hambatan yang mengakibatkan besar arus yang mengalir pada galvanometer.

Hukum Kirchoff 1 dan 2, yang mana sesuai dari hukum ini menjelaskan karena besar arus pada ke-2 ujung galvanometer sama besar sehingga saling meniadakan jembatan dalam keadaan seimbang.

2.3.2 Macam-macam Jembatan *Wheatstone*

a. Sirkuit seperempat jembatan (*Quarter Wheatstone Bridge*)

Susunan dengan elemen (*sensor*) tunggal pada jembatan *wheatstone* disebut juga dengan *quarter bridge strain gauge circuit*. nilai tahanan pada (R_1, R_2 dan R_3) disetel sama satu sama lain. dengan demikian, tanpa gaya yang diterapkan pada pengukur regangan, jembatan akan seimbang secara simetris dan voltmeter akan menunjukkan 0 volt. Contoh gambar 2.8 adalah rangkaian seperempat jembatan.



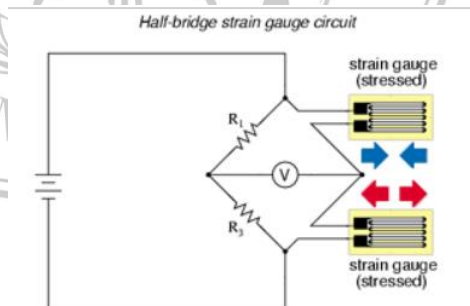
Gambar 2. 8 Rangkaian Seperempat Jembatan

Sumber : <https://www.aliexpress.com/item/32351634369.html>

Susunan dengan elemen tunggal jembatan yang mengubah tahanan sebagai respons terhadap variabel terukur (gaya mekanis), dikenal sebagai sirkuit seperempat jembatan.

b. Sirkuit setengah jembatan (*Half Wheatstone Bridge*)

Susunan dengan memiliki dua elemen (*sensor*) pada jembatan *wheatstone* sebagai pengukur untuk menanggapi ketegangan disebut juga dengan *Half bridge strain gauge circuit*. Contoh gambar 2.9 adalah rangkaian setengah jembatan.



Gambar 2. 9 Rangkaian Setengah Jembatan

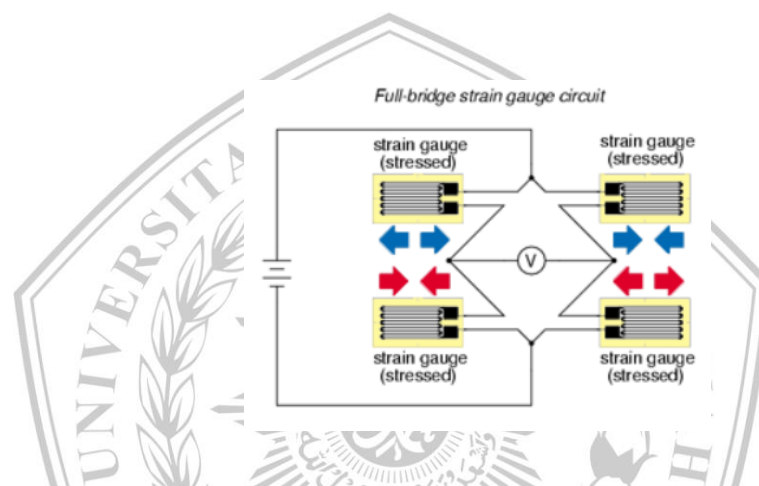
Sumber : <https://fujihita.wordpress.com/2017/11/06/memo-strain-gauge-bridge-circuits/>

Karena kedua pengukur regangan akan meningkatkan atau menurunkan resistansi dengan proporsi yang sama sebagai respons terhadap

perubahan suhu, efek perubahan suhu tetap dibatalkan dan sirkuit akan mengalami suhu minimum yang disebabkan oleh suhu.

c. Sirkuit jembatan penuh (*Full Wheatstone Bridge*)

Susunan dengan memiliki empat elemen (*sensor*) pada jembatan *wheatstone* sebagai pengukur untuk menanggapi ketegangan disebut juga dengan *Full bridge strain gauge circuit*. Rangkaian jembatan penuh seperti gambar 2.10 dibawah ini.



Gambar 2. 10 Rangkaian Jembatan Penuh Wheastone

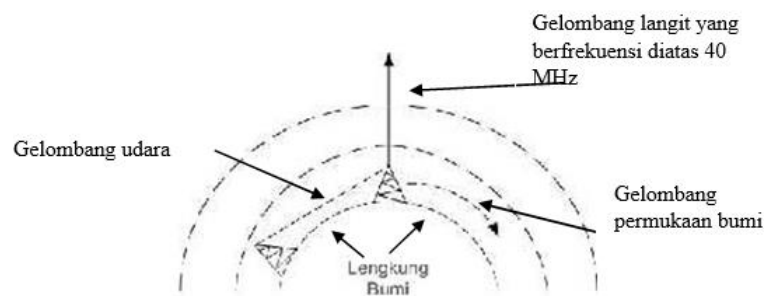
Sumber : www.allaboutcircuits.com/textbook/direct-current/chpt-9/strain-gauges/

Konfigurasi *half-bridge* dan *full-bridge* memberikan sensitivitas yang lebih besar pada sirkuit *quarter-bridge*. konfigurasi jembatan penuh baik untuk digunakan. karena lebih sensitif dan linear daripada yang lain, Sirkuit *quarter-bridge* dan *half-bridge* memberikan sinyal *output* (ketidakseimbangan) yang hanya sebanding dengan gaya pengukur regangan yang diterapkan. Linearitas, atau proporsionalitas, dari rangkaian jembatan ini adalah yang terbaik ketika jumlah resistansi berubah karena gaya yang diberikan sangat kecil dibandingkan dengan resistansi nominal *gauge*. Namun, dengan jembatan penuh, tegangan

output berbanding lurus dengan gaya yang diberikan, tanpa perkiraan (asalkan perubahan resistansi yang disebabkan oleh gaya yang diterapkan sama untuk keempat pengukur regangan).

2.4 Radio Frequency

Geier (2005:80) menyatakan bahwa, “Sinyal *radio frequency* adalah gelombang elektromagnetik yang digunakan oleh sistem komunikasi untuk mengirimkan informasi melalui udara dari satu titik ke titik lain”. Ari, dkk (1994:20) menyatakan bahwa, *Radio frequency* dibagi menjadi dua, yaitu *sky wave* (gelombang langit) dan *ground wave* (gelombang darat). Gelombang langit adalah gelombang elektromagnetik yang menembus keatas atmosfer bumi dan memiliki frekuensi diatas 40 MHz. Sedangkan gelombang darat terbagi menjadi dua, yaitu *surface wave* (gelombang permukaan bumi) dan *space wave* (gelombang udara). Gelombang permukaan bumi adalah gelombang elektromagnetik yang bergerak menelusuri permukaan bumi dan bergerak mengikuti lengkung bumi. Gelombang udara adalah gelombang elektromagnetik yang bergerak lurus dari pemancarnya dan tidak mengikuti lengkung bumi. Agar lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.11 dibawah ini.



Gambar 2. 11 Pengelompokan gelombang radio

Sumber : (Ari, dkk (1994:20))

Pada skripsi ini menggunakan modul *radio frequency 3DR Radio Telemetry* sebagai RF untuk mentransmisikan data-data hasil pembacaan *sensor*. *3DR Radio Telemetry* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk pengiriman data secara jarak jauh. *3DR Radio Telemetry* ini berkomunikasi secara *wireless* yaitu dengan memanfaatkan gelombang radio.



Gambar 2. 12 3DR Radio Telemetry

Sumber : [wiki.sunfounder.cc/index.php?title=3DR Radio Telemetry Module](http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=3DR_Radio_Telemetry_Module)

3DR Radio Telemetry yang dirancang untuk pita frekuensi 433 MHz mempunyai fungsi *transceiver* yang memiliki fungsi mentransmisikan data ataupun sebagai *receiver* data. Pada alat yang dibuat, *3DR Radio Telemetry* difungsikan

sebagai media pengirim data dari pembacaan *sensor*. *3DR radio Telemetry* juga berfungsi sebagai *transmitter* sekaligus *reicever* karena pada bagian *transmitter* maupun *reicever* menggunakan sistem komunikasi 2 arah. Alasan dipilihnya modul ini adalah selain mudah untuk dikoneksikan ke Arduino, modul ini juga sesuai dengan kebutuhan pada pembuatan alat yang dibuat.

2.5 Pemanfaatan *Radio Frequency*

Pada alat yang akan dibuat, *radio frequency* digunakan sebagai media pengirim data tagangan dari hasil pembacaan *sensor*. *Sensor* berfungsi mendeteksi dan membaca nilai tegangan disekitar *sensor*. *Sensor* mengirimkan data hasil pembacaan ke arduino sebagai media untuk mengolah data yang diperoleh dari sensor dan juga mengirimkan data yang telah didapat. Modul *transmitter* berfungsi mengirimkan data yang didapat dari arduino untuk dikirmkan ke modul *receiver*. Modul *receiver* difungsikan sebagai penerima data dari modul *transmitter* yang telah diolah oleh Arduino. Arduino disini memiliki beberapa fungsi, yaitu mengolah data hasil pembacaan *sensor*, meneruskan data yang didapat dari *sensor* ke *transmitter*.

Alat ini dirancang untuk memudahkan manusia untuk memantau keadaan batang beam pada suatu tempat dan hasil pembacaan data tersebut dapat dilihat dari tempat yang jauh dari tempat pemantauan. Penggunaan *radio frequency* bertujuan untuk lebih memudahkan pengguna karena *radio frequency* memiliki lebih banyak keuntungan dibandingkan dengan menggunakan kabel. Dengan menggunakan *radio frequency* maka sensor dapat diletakkan di tempat yang tidak dapat dijangkau jika

menggunakan kabel. Tentu saja dengan menggunakan *radio frequency* maka pada saat pemasangan alat tidak terlalu ribet dibandingkan jika alat menggunakan kabel.

2.6 Arduino

Arduino merupakan kontroler *single-board* yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik digital dalam berbagai bidang. Arduino ialah papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan atmel. Seperti pada gambar 2.13 berikut:



Gambar 2. 13 Board Arduino Uno

Sumber : Jurnal TEKNOIF, 2014.

Gambar 2.13 menampilkan board Arduino Uno dengan spesifikasi seperti berikut :

- a. Mikrokontroler ATmega 328.
- b. Tegangan *input* (rekomendasi) 7 – 12 V.
- c. Batas tegangan *input* 6 – 20 V.
- d. Beroperasi pada tegangan 5 volt.
- e. Pin analog 6.
- f. Pin digital *input/output* 14 (6 mendukung *output* PWM).
- g. Arus pin per *input/output* 40 mA.
- h. Arus untuk pin 3.3V adalah 50mA.

- i. *Flash memory* 32KB (ATmega 328) yang mana 2 KB digunakan oleh *bootloader*.
- j. *Kecepatan clock* 16 Mhz.
- k. *EEPROM* 1 KB (ATmega 328).
- l. *SRAM* 2 KB (ATmega 328).

2.7 Software

Software Arduino yang digunakan adalah *driver* dan *IDE*, walaupun terdapat beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino. Suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino adalah *Integrated Development Environment (IDE)*. *IDE* Arduino merupakan *software* yang terbilang canggih ditulis dengan menggunakan *java*. *IDE* Arduino terdiri dari:

1. Editor Program

Sebuah *window* untuk pengguna menuliskan dan mengedit program dalam bahasa *processing*.

2. Compiler

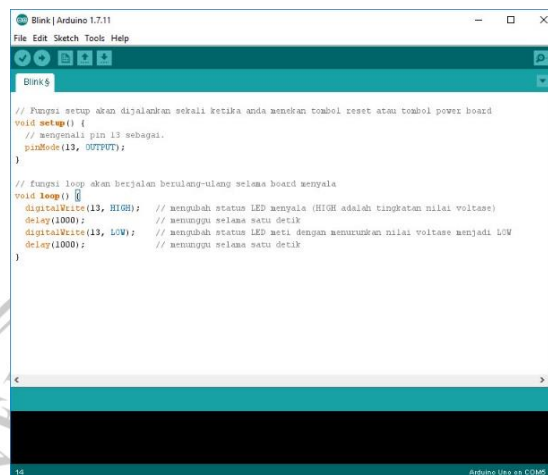
Berfungsi untuk kompilasi sketch tanpa diunggah ke *board* target dapat dipakai untuk mengecek kesalahan kode. Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode *biner*. bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*.

3. Uploader

Berfungsi untuk mengunggah program hasil kompilasi sketch ke papan target. Pesan *error* akan terlihat apabila papan belum terpasang atau alamat

port COM belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode *biner* dari komputer menuju ke dalam *memory* di dalam papan Arduino. (B.Gustomo,2015).

2.7.1 Program Arduino IDE



Gambar 2. 14 Tampilan Program Arduino IDE

Sumber : Sumber: Septa Ajjie, 2016

Kode program Arduino dapat disebut *sketch* dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. program atau *sketch* yang sudah selesai ditulis di Arduino IDE bisa langsung *compile* dan *upload* ke papan arduino.

Secara sederhana, *sketch* dalam bahasa Arduino dikelompokkan menjadi 3 block sebagai berikut:

1. *Header*

Pada bagian ini biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program, misalnya penggunaan *library* dan pendefinisian *variable*. kode dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada

waktu *compile*. Dibawah ini contoh *code* untuk mendeklarasikan *variable led (integer)* dan sekaligus di isi dengan angka 13. `Int led = 13;`

2. *Setup*

Disinilah pertama program Arduino bekerja, yaitu saat pertama, atau ketika *power on Arduino board*. Di blok ini biasanya di isi penentuan suatu pin digunakan sebagai *input* ataukah *output*, menggunakan perintah *pinMode*. Inisialisasi *variable* juga dapat dilakukan pada blok ini.

`// berisi keterangan:`

`Void setup() { // inisialisai pin digital jadi output.`

`pinMode(led, OUTPUT); }`

OUTPUT adalah suatu besaran yang sudah diatur Arduino yang berarti = 1. Jadi perintah di atas sama dengan `pinMode(led, 1);`

Suatu pin bisa dijadikan sebagai *OUTPUT* atau *INPUT*. Jika dijadikan sebagai *output*, berarti siap mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkannya. Jika dijadikan sebagai *INPUT*, pin tersebut memiliki *impedance* yang tinggi dan sanggup menerima arus yang dikirimkan kepadanya.

3. *Loop*

Blok ini akan bekerja secara terus menerus. Apabila program sudah sampai akhir blok, maka akan dilanjutkan dengan mengulang langkah dari awal blok. Program akan berhenti apabila tombol *power* Arduino di matikan. Fungsi utama program Arduino.

`void loop () {`

`digitalWrite(led, HIGH); // menyalakan LED`

```

delay(1000); // menunggu 1000 milidetik

digitalWrite(led, LOW); // mematikan LED

delay(1000); // menunggu 1000 milidetik }

```

Perintah *digitalWrite(pinNumber,nilai)* memerintahkan Arduino untuk menyalakan atau mematikan tegangan di pin *Number* tergantung nilainya. Jadi perintah diatas *digitalWrite(led,HIGH)* akan membuat pin nomer 13 (karena di *header* dideklarasikan led = 13) memiliki tegangan = 5V (HIGH). Hanya terdapat dua kemungkinan nilai *digitalWrite* yaitu *HIGH* dan *LOW* yang sebetulnya adalah nilai integer 1 atau 0. Kalau sudah dibuat program diatas, lalu mengambil kabel USB, pasang ke komputer dan *board* Arduino, dan *upload* programnya. LED pada Arduino berkedip. Sebuah LED sudah ada di Arduino dihubungkan di pin 13. (Septa Ajjie, 2016).

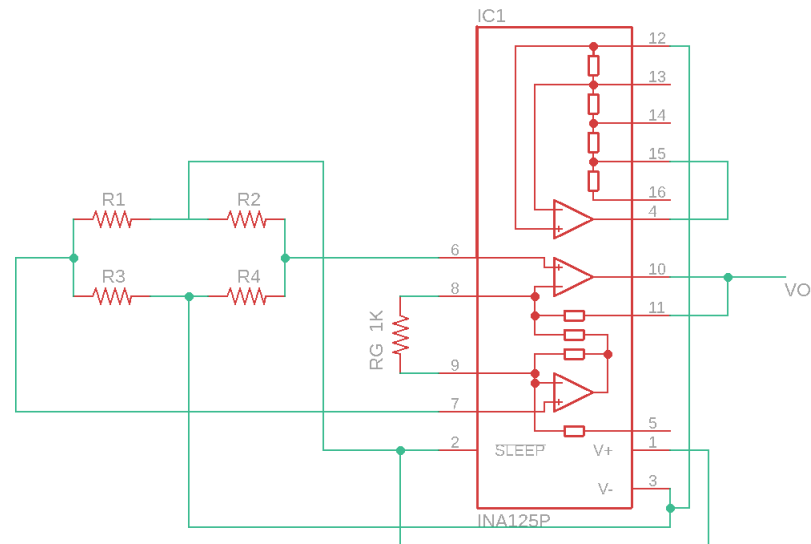
2.8 INA125

(Bridge, 1998) menyatakan bahwa *IC amplifier* INA125 merupakan *IC* instrumentasi produk dari Burr-Brown Corporation. Kebutuhan daya operasional yang rendah yaitu antara 10-50 nA. Selain konsumsi daya yang rendah, keunggulan *IC amplifier* INA125 adalah memiliki tingkat ketelitian yang tinggi dengan *output* tegangan referensi yang presisi.

IC amplifier INA125 membutuhkan *resistor* eksternal untuk mendapatkan gain sesuai dengan kebutuhan. *Setting gain IC amplifier* INA125 berkisar antara 4 – 10000. Adapun perhitungan nilai *resistor eksternal* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$G = 4 + \frac{60k\ \text{ohm}}{R_g}$$

Tegangan referensi eksternal *IC amplifier* INA125 dapat dipilih mulai dari 2,5 volt, 5 volt, atau 10 volt sesuai dengan kebutuhan *tranducer*. Tegangan referensi memiliki keakuratan sampai $\pm 0,5\%$ (max) pada $\pm 35\text{p-pm}/^\circ\text{C}$ (max).



Gambar 2. 15 Rangkaian INA125

Penggunaan *IC amplifier* INA125 untuk *sensor strain gauge* bisa dilihat pada gambar 2.15.

Gambar 2.15 menunjukkan contoh pemanfaatan *IC amplifier* INA125 yang dikonfigurasi dengan *sensor strain gauge*. Penggunaan *resistor* eksternal (R_g) sebesar 1K, sehingga nilai penguatan (*gain*) yang dihasilkan oleh *IC amplifier* INA125 yang dihitung dengan rumus adalah sebesar 64x penguatan.